

DOCKET NO.: 96790P487

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KENICHI MATSUI, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **PACKET COMMUNICATION
METHOD**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
JP	2003-309040	1 September 2003
JP	2003-314449	5 September 2003
JP	2003-314479	5 September 2003

☐ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 4/21/05

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

Best Available Copy

Rec'd PGT/P10

21 APR 2005

PCT/JP2004/012375

27.08.2004

10/532636

#3

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP/04/12375

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2003年 9月 5日

出願番号
Application Number:

特願2003-314449

[ST. 10/C]:

[JP2003-314449]

RECEIVED	
21 OCT 2004	
WIPO	PCT

出願人
Applicant(s):

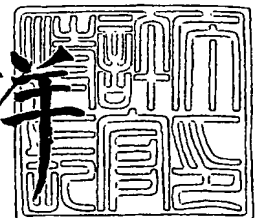
日本電信電話株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋



出証番号 出証特2004-3090353

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH155905
【提出日】 平成15年 9月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 12/56
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 松井 健一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 金田 昌樹
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 八木 毅
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 成瀬 勇一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 村山 純一
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100064621
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山川 政樹
 【電話番号】 03-3580-0961
【選任した代理人】
 【識別番号】 100067138
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 黒川 弘朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098394
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 山川 茂樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006194
 【納付金額】 21,000円
【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度通信・放送機構、テラビット級スーパーネットワークの研究開発、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0205287

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、このコネクションレス型パケット転送ネットワークのトラヒック帯域およびトラヒック優先度に応じたコネクション配置を行うトラヒック制御方法であって、

前記コネクションレス型パケット通信端末において送受信したパケットについて優先度および帯域からなる統計情報を送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎に記録し、記録した統計情報をトラヒック制御装置に通知する通知手順と、

前記トラヒック制御装置において前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスと優先度と帯域の情報を前記フロー毎に登録したフローリストを作成するフローリスト作成手順とを備えることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のトラヒック制御方法において、

前記フローリストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のフローについては帯域が広い順にソートするフローリストソート手順と、

前記ソートされたフローリストに登録されているフローに対してこのフローの送信元コネクションレス型パケット通信端末と宛先コネクションレス型パケット通信端末との間にコネクションを設定すると仮定してコネクションの候補を割り当てることを、前記フローリストの最上位から順に全てのフローについて行い、コネクション候補リストを作成するコネクション候補リスト作成手順とを備えることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載のトラヒック制御方法において、

前記コネクション候補リスト作成手順は、送信元コネクションレス型パケット通信端末が同一で、かつ宛先コネクションレス型パケット通信端末も同一の同一優先度の 1 つ以上のフローをその帯域の合計値がコネクション候補の容量を超えない範囲で同一のコネクション候補に割り当て、割り当てたフローの優先度と帯域の合計値に基づきコネクション候補の優先度と帯域とを決定して前記コネクション候補リストを作成することを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 4】

請求項 2 記載のトラヒック制御方法において、

前記コネクション候補リストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のコネクション候補については帯域が広い順にソートするコネクション候補リストソート手順と、

前記ソートされたコネクション候補リストに含まれるコネクション候補について前記コネクションレス型パケット通信端末のコネクション接続インタフェースの予約を行うことを、前記ソートされたコネクション候補リストの最上位から順に全てのコネクション候補について行う予約手順とを備えることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載のトラヒック制御方法において、

設定すべきコネクションに登録したコネクション解リストから設定の必要がなくなったコネクションを前記コネクション候補リストソート手順によってソートされたコネクション候補リストに基づいて選択する選択手順と、

前記ソートされたコネクション候補リストのうち前記予約が可能なコネクション候補を処理対象のコネクション候補とし、この処理対象のコネクション候補と前記選択したコネクションの優先度および帯域を比較する比較手順と、

前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および

帯域が大きい場合、前記処理対象のコネクション候補を前記コネクション候補リストから除いて前記コネクション解リストに加え、前記選択したコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト作成更新手順と、

前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が小さいかあるいは同じである場合、前記処理対象のコネクション候補をタブーコネクションリストに登録するタブーコネクションリスト登録手順とを備え、

前記比較手順は、前記予約が可能なコネクション候補のうち前記タブーコネクションリストに登録されていない最上位のコネクション候補を前記処理対象のコネクション候補とすることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 6】

請求項 4 記載のトラヒック制御方法において、

設定すべきコネクションに登録したコネクション解リストから設定の必要がなくなったコネクションを前記コネクション候補リストソート手順によってソートされたコネクション候補リストに基づいて選択する選択手順と、

前記ソートされたコネクション候補リストのうち前記予約が可能なコネクション候補を処理対象のコネクション候補とし、この処理対象のコネクション候補と前記選択したコネクションの優先度および帯域を比較する比較手順と、

前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が大きい場合、前記処理対象のコネクション候補を前記コネクション候補リストから除いて前記コネクション解リストに加え、前記選択したコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト作成更新手順と、

前記処理対象のコネクション候補を前記比較手順の現在までの実行回数と共にタブーコネクションリストに登録するタブーコネクションリスト登録手順と、

前記比較手順の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されているコネクション候補を前記タブーコネクションリストから削除するタブーコネクションリスト削除手順とを備え、

前記比較手順は、前記予約が可能なコネクション候補のうち前記タブーコネクションリストに登録されていない最上位のコネクション候補を前記処理対象のコネクション候補とすることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載のトラヒック制御方法において、

前記コネクション解リストの最上位のコネクションを送信元のコネクションレス型パケット通信端末と宛先のコネクションレス型パケット通信端末との間に設定する場合の経路を計算する経路計算手順と、

この計算した経路上にある伝送リンクにおいて前記最上位のコネクションを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できる場合、前記最上位のコネクションを設定するように前記コネクション交換ノードの交換機能を制御すると共に、前記最上位のコネクションに割り当てられたフローがこのコネクションを使って送信されるようにフローの送信元のコネクションレス型パケット通信端末の送信機能を制御し、前記最上位のコネクションを前記コネクション解リストから除くコネクション設定手順と、

前記伝送リソースを確保できない場合、前記最上位のコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト削除手順とを備えることを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載のトラヒック制御方法において、

前記コネクション解リストが空の場合、前記コネクション候補リストに登録されたコネクション候補の何れについても前記コネクション接続インタフェースの予約ができない場合、または前記コネクション解リストに登録されたコネクションの何れについても前記伝

送りソースを確保できない場合、前記フローリストソート手順と前記コネクション候補リスト作成手順と前記コネクション候補リストソート手順と前記予約手順と前記選択手順と前記比較手順と前記コネクション解リスト作成更新手順と前記タブーコネクションリスト登録手順と前記経路計算手順と前記コネクション設定手順と前記コネクション解リスト削除手順の一連の手順、または前記フローリストソート手順と前記コネクション候補リスト作成手順と前記コネクション候補リストソート手順と前記予約手順と前記選択手順と前記比較手順と前記コネクション解リスト作成更新手順と前記タブーコネクションリスト登録手順と前記タブーコネクションリスト削除手順と前記経路計算手順と前記コネクション設定手順と前記コネクション解リスト削除手順の一連の手順を終了することを特徴とするトラヒック制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 記載のトラヒック制御方法において、

前記トラヒック制御装置から前記コネクションレス型パケット通信端末に対して前記統計情報の通知間隔を設定する通知間隔設定手順を備え、

前記通知手順は、受信したパケットについて前記フロー毎の統計情報を前記設定された通知間隔毎に記録して前記トラヒック制御装置に通知し、

前記フローリスト作成手順は、前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づいて前記フローリストを更新することを特徴とするトラヒック制御方法

。

【請求項 10】

請求項 1 記載のトラヒック制御方法において、

前記トラヒック制御装置から前記コネクションレス型パケット通信端末に対して前記フロー毎に帯域のしきい値を設定するしきい値設定手順を備え、

前記通知手順は、受信したパケットについて前記フロー毎の統計情報を記録し、記録したフローの帯域が前記設定されたしきい値を超えた場合はこのしきい値を超えたフローの統計情報を前記トラヒック制御装置に通知し、

前記フローリスト作成手順は、前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づいて前記フローリストを更新することを特徴とするトラヒック制御方法

。

【書類名】明細書

【発明の名称】トラヒック制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長パス多重リンクおよび波長パス交換ノードで構成されるフォトニックネットワークのようなコネクション型ネットワーク上に、IP (Internet Protocol) を用いルータがパケットを交換するような論理的なコネクションレス型パケット転送ネットワークを構築した場合に、このコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローを帯域と優先度を考慮して効率よく収容できるような、コネクション型ネットワークにおける効率的なコネクションルーチングとコネクションに対するコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの割り当てとを行うトラヒックエンジニアリングに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、波長パス多重リンクおよび波長パス交換ノードで構成されるフォトニックネットワークのようなコネクション型ネットワーク上に、IPを用いルータがパケットを交換するような論理的コネクションレス型パケット転送ネットワークを構築する技術が知られている。本技術により構成されるネットワークにおいてトラヒックを転送するためには、コネクション型ネットワークのコネクションのルーチングと、コネクションに対するコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの割り当てを行う必要がある。

【0003】

そのようなルーチングとフローの割り当てを行う従来の第1の技術として、GMPLS (Generalized Multi Protocol Label Switching) がある (例えば非特許文献1、非特許文献2参照)。GMPLSにおけるルーチングとフローの割り当ては、コネクション型ネットワークのコネクションルーチングを固定的に決定した後に、決定したコネクションに対するコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの割り当てを計算する。

【0004】

ルーチングとフローの割り当てを行う従来の第2の技術として、テラビット級スーパーネットワークがある (例えば非特許文献3参照)。現在提案されている、テラビット級スーパーネットワークにおけるルーチングとフローの割り当ては、コネクション型ネットワークのコネクションルーチングと、コネクションに対するコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの割り当てを同時に計算する (例えば非特許文献4、非特許文献5参照)。

【0005】

なお、出願人は、本明細書に記載した先行技術文献情報で特定される先行技術文献以外には、本発明に関連する先行技術文献を出願時までに発見するには至らなかった。

【非特許文献1】ローゼン (E. Rosen) 他, 「マルチプロトコラベルスイッチングアーキテクチャ (Multiprotocol Label Switching Architecture)」, RFC 3031, インターネットエンジニアリングタスクフォース (Internet Engineering Task Force: IETF), 2001年1月

【非特許文献2】マニー (E. Mannie), 「ジェネライズドマルチプロトコラベルスイッチングアーキテクチャ (Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture)」, インターネットエンジニアリングタスクフォース (Internet Engineering Task Force: IETF), インターネットドラフト (Internet Draft), draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-07.txt, 2003年5月

【非特許文献3】村山純一, 八木毅, 辻元孝博, 櫻井俊之, 松井健一, 住本順一, 金田昌樹, 松田和浩, 石井啓之, 「テラビット級スーパーネットワーク (TSN) の研究開発」, 社団法人電子情報通信学会, 2003年電子情報通信学会総合大会, B-7-81, 2003年3月

【非特許文献4】松井健一, 櫻井俊之, 金田昌樹, 村山純一, 石井啓之, 「TSNに

おけるカットスルー光バス割当方式の設計」, 社団法人電子情報通信学会, 2003年電子情報通信学会総合大会, B-7-84, 2003年3月

【非特許文献5】松井健一, 櫻井俊之, 金田昌樹, 村山純一, 石井啓之, 「テラビット級スーパーネットワークにおけるマルチレイヤトラフィックエンジニアリングの検討」, 社団法人電子情報通信学会, 電子情報通信学会技術報告, NS2002-316, IN2002-289, p. 297-302, 2003年3月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記第1の技術は、コネクション型ネットワークのルーチングを固定的に決定した後に、コネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの組み合わせを計算するため、帯域が大きく優先度が高いなどの効果的なコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの組み合わせを計算したとしても、そのようなフローの組み合わせを伝送するために必要なコネクションレス型パケット通信端末間のコネクションが、すでに固定的に決定されているコネクション型ネットワークのルーチングに存在しない場合はこのコネクションを設定できないため、効率的なネットワークの利用ができないという問題点があった。

【0007】

また、前記第2の技術に対して現在提案されているコネクションのルーチングとフローの割り当て方法は、コネクションレス型パケット転送ネットワークが要求する帯域に応じて、コネクション型ネットワークのコネクションルーチングとリソースの効率のよい割当を実現するために、コネクション型ネットワークのルーチングとコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの組み合わせを同時に計算するため、効率的なネットワークリソースの利用ができるという利点がある。しかし、両者を同時に計算する場合、ルーチングとフローの組み合わせ数はネットワーク規模が増大するに従って爆発的に増大し、これに伴って計算時間も爆発的に増大するため、実用的に利用されるネットワーク規模のルーチングを実用的な時間で計算できないという問題点があった。

【0008】

本発明は、以上のような問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、コネクションレス型パケット転送ネットワークの要求する帯域に応じて、コネクション型ネットワークのコネクションルーチングとリソースの効率のよい割当を現実の網で行うために、コネクションレス型パケット転送ネットワークのトラヒック帯域と優先度に基づき、コネクション型ネットワークのルーチングとコネクションレス型パケット転送ネットワークの最適なフローの組み合わせを同時にかつ実用的な短い時間で計算して設定することができるトラヒック制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、コネクションの多重伝送機能を有する伝送リンクとコネクションの交換機能を有するコネクション交換ノードとを備えたコネクション型ネットワークに対して端末機能部としてコネクションレス型パケット転送ノードおよびコネクションレス型パケット通信端末を付加することにより、前記コネクション型ネットワーク上に論理的に構築されたコネクションレス型パケット転送ネットワークにおいて、このコネクションレス型パケット転送ネットワークのトラヒック帯域およびトラヒック優先度に応じたコネクション配置を行うトラヒック制御方法であって、前記コネクションレス型パケット通信端末において送受信したパケットについて優先度および帯域からなる統計情報を送信元アドレスと宛先アドレスの対で規定されるフロー毎に記録し、記録した統計情報をトラヒック制御装置に通知する通知手順と、前記トラヒック制御装置において前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスと優先度と帯域の情報を前記フロー毎に登録したフローリストを作成するフローリスト作成手順とを備えるものである。このように、コネクションレス型パケット転送ネットワーク内のそれぞれ

れのコネクションレス型パケット通信端末がフローの統計情報を記録しトラヒック制御装置へ通知し、トラヒック制御装置が通知された情報を解析、統合してフローリストを作成することで、効率よくコネクションレス型パケット転送ネットワーク全体のフローの状態を把握することができる。

【0010】

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記フローリストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のフローについては帯域が広い順にソートするフローリストソート手順と、前記ソートされたフローリストに登録されているフローに対してこのフローの送信元コネクションレス型パケット通信端末と宛先コネクションレス型パケット通信端末との間にコネクションを設定すると仮定してコネクションの候補を割り当てることを、前記フローリストの最上位から順に全てのフローについて行い、コネクション候補リストを作成するコネクション候補リスト作成手順とを備えるものである。このように、フローリストをまず優先度順にソートし、次に優先度毎に帯域順にソートして、リストの最上位から順にコネクション候補を割り当てるため、優先度と帯域という2つの値が最大になるようなフローのコネクションへの割当を行うことができる。

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例において、前記コネクション候補リスト作成手順は、送信元コネクションレス型パケット通信端末が同一で、かつ宛先コネクションレス型パケット通信端末も同一の同一優先度の1つ以上のフローをその帯域の合計値がコネクション候補の容量を超えない範囲で同一のコネクション候補に割り当て、割り当てたフローの優先度と帯域の合計値に基づきコネクション候補の優先度と帯域とを決定して前記コネクション候補リストを作成するようにしたものである。このように、複数のフローの優先度と帯域を1つのコネクションと考えて計算を行うため、計算すべき組み合わせ数を減らすことができる。

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記コネクション候補リストを優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のコネクション候補については帯域が広い順にソートするコネクション候補リストソート手順と、前記ソートされたコネクション候補リストに含まれるコネクション候補について前記コネクションレス型パケット通信端末のコネクション接続インタフェースの予約を行うことを、前記ソートされたコネクション候補リストの最上位から順に全てのコネクション候補について行う予約手順とを備えるものである。

【0011】

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、設定すべきコネクションを登録したコネクション解リストから設定の必要がなくなったコネクションを前記コネクション候補リストソート手順によってソートされたコネクション候補リストに基づいて選択する選択手順と、前記ソートされたコネクション候補リストのうち前記予約が可能なコネクション候補を処理対象のコネクション候補とし、この処理対象のコネクション候補と前記選択したコネクションの優先度および帯域を比較する比較手順と、前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が大きい場合、前記処理対象のコネクション候補を前記コネクション候補リストから除いて前記コネクション解リストに加え、前記選択したコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト作成更新手順と、前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が小さいかあるいは同じである場合、前記処理対象のコネクション候補をタブーコネクションリストに登録するタブーコネクションリスト登録手順とを備え、前記比較手順は、前記予約が可能なコネクション候補のうち前記タブーコネクションリストに登録されていない最上位のコネクション候補を前記処理対象のコネクション候補とするようにしたものである。

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、設定すべきコネクションを登録したコネクション解リストから設定の必要がなくなったコネクションを前記コネクション候補リストソート手順によってソートされたコネクション候補リストに基づいて選択する選択手順と、前記ソートされたコネクション候補リストのうち前記予約が可能なコネクション

候補を処理対象のコネクション候補とし、この処理対象のコネクション候補と前記選択したコネクションの優先度および帯域を比較する比較手順と、前記選択したコネクションよりも前記処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が大きい場合、前記処理対象のコネクション候補を前記コネクション候補リストから除いて前記コネクション解リストに加え、前記選択したコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト作成更新手順と、前記処理対象のコネクション候補を前記比較手順の現在までの実行回数と共にタブーコネクションリストに登録するタブーコネクションリスト登録手順と、前記比較手順の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されているコネクション候補を前記タブーコネクションリストから削除するタブーコネクションリスト削除手順とを備え、前記比較手順は、前記予約が可能なコネクション候補のうち前記タブーコネクションリストに登録されていない最上位のコネクション候補を前記処理対象のコネクション候補とするようにしたものである。

【0012】

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記コネクション解リストの最上位のコネクションを送信元のコネクションレス型パケット通信端末と宛先のコネクションレス型パケット通信端末との間に設定する場合の経路を計算する経路計算手順と、この計算した経路上にある伝送リンクにおいて前記最上位のコネクションを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できる場合、前記最上位のコネクションを設定するように前記コネクション交換ノードの交換機能を制御すると共に、前記最上位のコネクションに割り当てられたフローがこのコネクションを使って送信されるようにフローの送信元のコネクションレス型パケット通信端末の送信機能を制御し、前記最上位のコネクションを前記コネクション解リストから除くコネクション設定手順と、前記伝送リソースを確保できない場合、前記最上位のコネクションを前記コネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト削除手順とを備えるものである。

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記コネクション解リストが空の場合、前記コネクション候補リストに登録されたコネクション候補の何れについても前記コネクション接続インタフェースの予約ができない場合、または前記コネクション解リストに登録されたコネクションの何れについても前記伝送リソースを確保できない場合、前記フローリストソート手順と前記コネクション候補リスト作成手順と前記コネクション候補リストソート手順と前記予約手順と前記選択手順と前記比較手順と前記コネクション解リスト作成更新手順と前記タブーコネクションリスト登録手順と前記経路計算手順と前記コネクション設定手順と前記コネクション解リスト削除手順の一連の手順、または前記フローリストソート手順と前記コネクション候補リスト作成手順と前記コネクション候補リストソート手順と前記予約手順と前記選択手順と前記比較手順と前記コネクション解リスト作成更新手順と前記タブーコネクションリスト登録手順と前記タブーコネクションリスト削除手順と前記経路計算手順と前記コネクション設定手順と前記コネクション解リスト削除手順の一連の手順を終了するようにしたものである。

【0013】

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記トラヒック制御装置から前記コネクションレス型パケット通信端末に対して前記統計情報の通知間隔を設定する通知間隔設定手順を備え、前記通知手順は、受信したパケットについて前記フロー毎の統計情報を前記設定された通知間隔毎に記録して前記トラヒック制御装置に通知し、前記フローリスト作成手順は、前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づいて前記フローリストを更新するようにしたものである。このように、トラヒック制御装置からコネクションレス型パケット通信端末に対して統計情報の通知間隔を設定することにより、トラヒック制御装置とコネクションレス型パケット通信端末の負荷を抑えつつ、ゆるやかなトラヒック帯域の変動に追従することができる。

また、本発明のトラヒック制御方法の1構成例は、前記トラヒック制御装置から前記コネクションレス型パケット通信端末に対して前記フロー毎に帯域のしきい値を設定するし

きい値設定手順を備え、前記通知手順は、受信したパケットについて前記フロー毎の統計情報を記録し、記録したフローの帯域が前記設定されたしきい値を超えた場合はこのしきい値を超えたフローの統計情報を前記トラヒック制御装置に通知し、前記フローリスト作成手順は、前記コネクションレス型パケット通信端末から通知された統計情報に基づいて前記フローリストを更新するようにしたものである。このように、トラヒック制御装置からコネクションレス型パケット通信端末に対してフロー毎に帯域のしきい値を設定することにより、急激なトラヒック変動時は、通知間隔によらず、即座に統計情報を通知することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、コネクションレス型パケット転送ネットワーク内のそれぞれのコネクションレス型パケット通信端末がフローの統計情報を記録しトラヒック制御装置へ通知し、トラヒック制御装置が通知された情報を解析、統合してフローリストを作成することで、効率よくコネクションレス型パケット転送ネットワーク全体のフローの状態を把握することができる。その結果、コネクション型ネットワーク上に、論理的なコネクションレス型パケット転送ネットワークを構築した場合に、コネクションレス型パケット転送ネットワークの要求する帯域を効率よく収容できるような、コネクション型ネットワークにおける効率的なコネクションルーティングの計算と設定とを、実用的な短い時間で行うトラヒックエンジニアリングが可能となる。したがって、現実的な規模におけるコネクションレス型パケット転送ネットワークの転送容量を経済的に拡大することができる。

【0015】

また、フローリストをまず優先度順にソートし、次に優先度毎に帯域順にソートして、リストの最上位から順にコネクション候補を割り当ててコネクション候補リストを作成するため、優先度と帯域という2つの値が最大になるようなフローのコネクションへの割当を行うことができる。

【0016】

また、送信元コネクションレス型パケット通信端末が同一で、かつ宛先コネクションレス型パケット通信端末も同一の同一優先度の1つ以上のフローをその帯域の合計値がコネクション候補の容量を超えない範囲で同一のコネクション候補に割り当てるようにしたので、コネクション型ネットワークのルーティングとコネクションレス型パケット転送ネットワークの組み合わせ数を減らすことができる。

【0017】

また、コネクション候補リストをまず優先度順にソートし、次に優先度毎に帯域順にソートして、コネクションレス型パケット通信端末のコネクション接続インタフェースの予約をコネクション候補リストの最上位から順に全てのコネクション候補について行うため、予約ができた最上位のコネクション候補を設定すべきコネクション解と見なすことができ、優先度と帯域という2つの値が最大になるようなコネクション解の決定を行うことができる。

【0018】

また、設定すべきコネクションを登録したコネクション解リストから設定の必要がなくなったコネクションを選択し、コネクション候補リストのうち予約が可能なコネクション候補を処理対象のコネクション候補とし、この処理対象のコネクション候補と選択したコネクションの優先度および帯域を比較し、選択したコネクションよりも処理対象のコネクション候補の方が優先度および帯域が大きい場合、処理対象のコネクション候補をコネクション候補リストから除いてコネクション解リストに加え、選択したコネクションをコネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるようにしたので、多数あるコネクション解の組み合わせを変更しつつ繰り返し評価して最も効果的なコネクション解を見つけることができる。さらに、その評価においては、コネクションのルーティングを同時に評価しないため、従来の第2の技術と比べて、コネクション型ネットワークのルーティングとコネクションレス型パケット転送ネットワークのフローの組み合わせ数が削減

でき、計算量を削減することができる。また、タブーコネクションリストを用いることで、一度評価したコネクション候補を続けて評価しないようにすることができるので、優先度と帯域とが向上しないコネクション候補の評価を避けることができ、少ない計算量で最適なコネクション解へ到達する確率を高めることができ、計算量を削減することができる。すなわち、最適なコネクションの組み合わせの計算と計算量の削減を両立できる。

【0019】

また、処理対象のコネクション候補を比較手順の現在までの実行回数と共にタブーコネクションリストに記録し、比較手順の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されているコネクション候補をタブーコネクションリストから削除するようにしたことにより、タブーコネクションリストに記録されてから時間が経過しているコネクション候補をタブーコネクションリストから削除して、再び処理対象のコネクション候補とすることができる。また、比較手順の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されているコネクション候補をタブーコネクションリストから削除するので、タブーコネクションリストの容量の増大を抑制することができる。

【0020】

また、コネクション解リストの最上位のコネクションを送信元のコネクションレス型パケット通信端末と宛先のコネクションレス型パケット通信端末との間に設定する場合の経路を計算する経路計算手順と、この計算した経路上にある伝送リンクにおいて最上位のコネクションを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できる場合、最上位のコネクションを設定するようにコネクション交換ノードの交換機能を制御すると共に、最上位のコネクションに割り当てられたフローがこのコネクションを使って送信されるようにフローの送信元のコネクションレス型パケット通信端末の送信機能を制御し、最上位のコネクションをコネクション解リストから除くコネクション設定手順と、伝送リソースを確保できない場合、最上位のコネクションをコネクション解リストから除いて前記コネクション候補リストに加えるコネクション解リスト削除手順とを備えることにより、最適なコネクションの組み合わせのうち、最も優先すべきコネクションのみに対してルーチングを計算してコネクションを設定し、残りのコネクションについては解と決定せず、ふたたび最適な組み合わせを計算するように、部分的にルーチングを決定していくため、従来の第1の技術のように全てのルーチングを1度に決定するゆえに最適なフローの割当を伝送できるコネクションを設定できず効率的なネットワークの利用ができないという問題を回避することができる。

【0021】

また、トラヒック制御装置からコネクションレス型パケット通信端末に対して統計情報の通知間隔を設定することにより、通知間隔を適切に制御することで、トラヒック制御装置とコネクションレス型パケット通信端末の負荷を抑えつつ、ゆるやかなトラヒック帯域の変動に追従し、ネットワークの利用効率を最適に保つことができる。

【0022】

また、トラヒック制御装置からコネクションレス型パケット通信端末に対してフロー毎に帯域のしきい値を設定することにより、急激なトラヒック変動時は、通知間隔によらず、即座に統計情報を通知することで、急激なトラヒック帯域の変動に追従し、ネットワークの利用効率を最適に保つことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

[第1の実施の形態]

以下、本発明の実施の形態について、フォトニックネットワーク上にIPv6 (Internet Protocol Version6) コネクションレス転送ネットワークを構築し、複数のIPv4 (Internet Protocol Version4) コネクションレス転送ネットワークで構成されたユーザネットワークを収容するVPN (Virtual Private Network) サービス提供ネットワークを構築する例を用いて示す。

【0024】

図1は、本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルの1例を示すブロック図である。図1は、本実施の形態のネットワークモデルをパケット転送路という観点から見た構成である。以下、このようにパケット転送路という観点から見たネットワークモデルを転送面と呼ぶ。

【0025】

コネクション型ネットワークであるフォトニックネットワーク101は、コネクション交換ノードとなる波長交換機102、103、104と、コネクション型ネットワークの端末機能部とから構成されている。このコネクション型ネットワークの端末機能部は、コネクションレス型パケット転送ノードとなるコアノード126と、コネクションレス型パケット通信端末となるエッジノード105、112、119とから構成される。

【0026】

エッジノード105は、コネクション接続インタフェース109、110、111を有し、エッジノード112は、コネクション接続インタフェース116、117、118を有し、エッジノード119は、コネクション接続インタフェース123、124、125を有している。

また、コアノード126は、コネクション接続インタフェース127、128、129を有している。

【0027】

エッジノード105と波長交換機102との間にはコネクション型ネットワークの伝送リンクとして伝送リンク130が配置され、波長交換機102と103との間には伝送リンク131が配置され、波長交換機102と104との間には伝送リンク132が配置され、波長交換機102とコアノード126との間には伝送リンク135が配置され、コネクションとして波長パスが設定されている。

【0028】

本実施の形態では、図1に示すように、エッジノード105とコアノード126との間にデフォルト波長パスとして波長パス136が設定され、コアノード126とエッジノード119との間に波長パス137が設定され、コアノード126とエッジノード112との間に波長パス138が設定されているものとする。

【0029】

波長パス136は、エッジノード105のコネクション接続インタフェース109を用い、またコアノード126のコネクション接続インタフェース129を用いる。波長パス137は、コアノード126のコネクション接続インタフェース128を用い、エッジノード119のコネクション接続インタフェース123を用いる。波長パス138は、コアノード126のコネクション接続インタフェース127を用い、エッジノード112のコネクション接続インタフェース116を用いる。

【0030】

一方、コネクションレス型パケット転送ネットワークであるIPv6ネットワーク139は、IPv6パケット転送ノードであるコアノード126と、IPv6パケット通信端末であるエッジノード105、112、119とから構成されている。

【0031】

また、ユーザネットワークであるIPv4ネットワーク140は、IPv4中継ノードとなるエッジノード105、112、119と、IPv4ユーザ端末となるユーザ端末141～158とから構成されている。

ユーザ端末141、142はVPN159に属し、ユーザ端末143、144はVPN160に属し、ユーザ端末145、146はVPN161に属し、ユーザ端末147、148はVPN162に属し、ユーザ端末149、150はVPN163に属し、ユーザ端末151、152はVPN164に属し、ユーザ端末153、154はVPN165に属し、ユーザ端末155、156はVPN166に属し、ユーザ端末157、158はVPN167に属している。

【0032】

エッジノード105とユーザ端末141, 142, 143, 144, 145, 146との間はそれぞれアクセスリンク168, 169, 170, 171, 172, 173によって接続され、エッジノード112とユーザ端末147, 148, 149, 150, 151, 152との間はそれぞれアクセスリンク174, 175, 176, 177, 178, 179によって接続され、エッジノード119とユーザ端末153, 154, 155, 156, 157, 158との間はそれぞれアクセスリンク180, 181, 182, 183, 184, 185によって接続されている。

【0033】

このネットワークモデルでは、エッジノード105, 112, 119はそれぞれ転送機能部106~108, 113~115, 120~122を有し、これらの転送機能部がそれぞれユーザのVPNを収容する。例えば、エッジノード105配下のVPN159に属するユーザ端末141, 142は、転送機能部106を介して、他のエッジノード配下のVPNに属するユーザ端末と通信する。

【0034】

ユーザ端末からのIPv4パケットは、アクセスリンクを介してエッジノードに届けられる。エッジノードは、ユーザ端末から送信されたIPv4パケットをこのユーザ端末が属するVPNに対応する転送機能部に送り、転送機能部でIPv4パケットをIPv6パケットにカプセル化し、生成したIPv6パケットを波長パスを介してコアノードあるいは着側のエッジノードに転送する。

【0035】

コアノード126は、ある波長パスから受信したIPv6パケットを別の波長パスへ送出することで、着側のエッジノードに転送する。

着側のエッジノードは、受信したIPv6パケットからIPv4パケットを抽出し、抽出したIPv4パケットをアクセスリンクを介して宛先のユーザ端末へ転送する。

【0036】

本実施の形態の目的は、このようなネットワークモデル（転送面）において、IPv6パケットのトラヒック帯域と優先度に基づき、最適なフォトニックネットワークの波長パスのルーチングと、最適な波長パスに対するIPv6パケットの割り当てを、同時にかつ実用的な短い時間で計算し設定することである。

【0037】

このような設定を可能にするために、本実施の形態では、図1のネットワークモデル（転送面）に対して、図2のネットワークモデルを適用する。図2は、本実施の形態のネットワークモデルをトラヒック制御という観点から見た構成である。以下、このようにトラヒック制御という観点から見たネットワークモデルを制御面と呼ぶ。

【0038】

このネットワークモデル（制御面）は、管理ネットワーク201を介して、トラヒック制御装置202が、波長交換機102~104、コアノード126およびエッジノード105, 112, 119と接続されている。

【0039】

ここで、波長交換機102~104にはそれぞれ波長交換テーブル210~212が内蔵され、コアノード126にはIPv6転送テーブル213が内蔵され、エッジノード105, 112, 119にはそれぞれIPv6転送テーブル214~216、IPv4転送テーブル217~219が内蔵されている。

【0040】

波長交換テーブル210~212は、波長交換機102~104の入力インタフェース番号と入力波長と出力インタフェース番号と出力波長とを対応付けたものである。コアノード126のIPv6転送テーブル213は、入力IPv6パケットの宛先IPアドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものである。エッジノード105, 112, 119のIPv6転送テーブル214~216は、入力IPv4パケットの宛先IPアドレスとIPv6アドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものであり、IPv4転

送テーブル 217～219 は、入力 IPv4 パケットの宛先 IP アドレスと出力インタフェース番号とを対応付けたものである。トラヒック制御装置 202 は、管理ネットワーク 201 を介して、これらのテーブルを書き換えることができる。

【0041】

このテーブルの書き換えは、トラヒック制御装置 202 の図 3 に示すような構成によって実現される。図 3 のように、トラヒック制御装置 202 は、統計情報収集部 301 と、統計情報管理部 302 と、IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 と、波長交換機制御部 306 と、エッジノード制御部 307 とから構成される。

【0042】

各エッジノード 105, 112, 119 は、送受信した IPv6 パケットについて、帯域および優先度からなる統計情報を、送信元 IPv6 アドレスと宛先 IPv6 アドレスの対で規定されるフロー毎に記録する手段と、記録した統計情報をトラヒック制御装置 202 に通知する手段とを有する。

【0043】

トラヒック制御装置 202 の統計情報収集部 301 は、エッジノード 105, 112, 119 から統計情報を収集し、収集した情報を統計情報管理部 302 へ送信する。統計情報管理部 302 は、エッジノード 105, 112, 119 から収集された情報を解析して IPv6 フロー統計情報リスト（フローリスト）303 を作成する。IPv6 フロー統計情報リスト 303 の各エントリは、送信元 IPv6 アドレス、宛先 IPv6 アドレス、IPv6 フローの優先度、IPv6 フローの帯域で構成される。IPv6 フロー統計情報リスト 303 は、IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 へ送付される。

【0044】

IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 は、IPv6 フロー統計情報リスト 303 に基づいて IPv6 フローの波長パスへの割り当て計算と波長パスのルーチングとを行い、波長パス解リスト 305 を作成して、トラヒックを制御する。以下、本実施の形態のトラヒック制御方法について図 4 を用いて説明する。ここでは、詳細な説明のために、IPv6 フロー統計情報リスト 303 の 1 例として、図 5 のリストを用いる。

【0045】

IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 は、統計情報管理部 302 から図 5 のような IPv6 フロー統計情報リスト 303 を受け取ると、図 6 に示すように IPv6 フロー統計情報リスト 303 の IPv6 フロー（エントリ）を優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度のフローについては優先度毎に帯域が広い順にソートする（図 4 ステップ S1）。

【0046】

続いて、IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 は、図 6 のようにソートした IPv6 フロー統計情報リスト 303 に登録されているフローに対してこのフローの送信元エッジノードと宛先エッジノードとの間に波長パス（コネクション）を設定すると仮定して波長パスの候補を割り当てることを、IPv6 フロー統計情報リスト 303 の最上位から順に全てのフローについて行い、図 7 のような波長パス候補リスト（コネクション候補リスト）308 を作成する（ステップ S2）。図 7 において「EN」はエッジノードを表す。波長パス候補リストは、フローの送信元エッジノードと宛先エッジノードとフローの優先度とフローの帯域とを対応付けたものである。IPv6 フロー統計情報リスト 303 の最上位とは、優先度が最も高く、かつ優先度が同じ場合には帯域が最も広いフローであることは言うまでもない。

【0047】

このとき、IPv6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部 304 は、送信元エッジノードが同一で、かつ宛先エッジノードも同一の同一優先度の 1 つ以上のフローをその帯域の合計値が波長パス候補の容量を超えない範囲で同一の波長パス候補に割り当て

る。したがって、波長パス候補リスト308に登録される波長パス候補の優先度は、この波長パス候補に割り当てたフローの優先度であり、波長パス候補の帯域は、この波長パス候補に割り当てた1つ以上のフローの帯域の合計値である。

【0048】

例えば、図7のIPv6フロー統計情報リスト303において、送信元IPv6アドレスが「IPv6#A」で宛先IPv6アドレスが「IPv6#D」の最上位のフローを、送信元エッジノードが105で宛先エッジノードが112の波長パス候補に割り当て、2番目のフロー（送信元IPv6アドレスが「IPv6#B」で宛先IPv6アドレスが「IPv6#D」）を同じ波長パス候補に割り当てる。このとき、この波長パス候補の帯域は最上位のフローと2番目のフローの帯域の合計値で「10」となる。ここで、2番目のフローの割り当てにより波長パス候補の容量が一杯となったので、送信元エッジノードが105で宛先エッジノードが112の別の波長パス候補を設定して、この波長パス候補に3番目と4番目のフローを割り当てる。このような波長パス候補の割当をIPv6フロー統計情報リスト303の全てのフローについて順に行う。

【0049】

なお、エッジノード105の転送機能部106, 107, 108のIPv6アドレスは図1に示すように「IPv6#A」, 「IPv6#B」, 「IPv6#C」であり、エッジノード112の転送機能部113, 114, 115のIPv6アドレスは「IPv6#D」, 「IPv6#E」, 「IPv6#F」であり、エッジノード119の転送機能部120, 121, 122のIPv6アドレスは「IPv6#G」, 「IPv6#H」, 「IPv6#I」である。

【0050】

次に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、図7の波長パス候補リスト308を図8に示すように優先度が高い順にソートし、かつ同一優先度の波長パス候補については優先度毎に帯域が広い順にソートする（図4ステップS3）。

【0051】

続いて、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、図8のようにソートした波長パス候補リスト308から波長パス候補を抽出して、この波長パス候補についてエッジノードのコネクション接続インタフェースの予約を行う。このようなコネクション接続インタフェースの予約を波長パス候補リスト308の最上位から順に全ての波長パス候補について行う（図4ステップS4）。図9の例では、波長パス候補リスト308の1番目、2番目、5番目の波長パス候補についてはコネクション接続インタフェースの予約ができたことを示し、その他の波長パス候補については予約ができなかったことを示している。

【0052】

次に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、設定すべき波長パス（波長パス解）に登録した波長パス解リスト（コネクション解リスト）から設定の必要がなくなった波長パス解を選択する（図4ステップS5）。設定の必要がなくなった波長パス解とは、波長パス解リストに存在し、かつ現在の波長パス候補リスト308に存在しない波長パス解である。

【0053】

続いて、IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、波長パス候補リスト308において前記予約が可能な波長パス候補のうち、後述するタブーコネクションリストに登録されていない最上位の波長パス候補を処理対象の波長パス候補とし、この処理対象の波長パス候補と波長パス解リストから選択した波長パス解の優先度と帯域とを比較する（図4ステップS6）。この比較は、まず優先度を比較し、優先度が同一の場合には帯域を比較する。

【0054】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部304は、ステップS7においてYESと判定した場合、すなわち波長パス解リストから選択した波長パス解よりも前

記処理対象の波長パス候補の方が優先度および帯域が大きい場合（処理対象の波長パス候補の方が優先度が高い場合、あるいは優先度が同一の場合には帯域が広い場合）、前記処理対象の波長パス候補を波長パス候補リスト308から除いて波長パス解リストに加え、前記選択した波長パス解を波長パス解リストから除いて波長パス候補リスト308に加え、コネクション接続インタフェースの予約状況を変更する（ステップS8）。こうして、波長パス解の優先度と帯域とが向上するように波長パス解リストを作成・更新することができる。

【0055】

また、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、前記選択した波長パス解よりも前記処理対象の波長パス候補の方が優先度および帯域が小さいかあるいは同じである場合、処理対象の波長パス候補をタブーコネクションリストに記録する（図4ステップS9）。

【0056】

こうして、タブーコネクションリストを用いることにより、一度評価した波長パス候補を続けて評価しないようにすることができるので、優先度と帯域とが向上しない波長パス候補の評価を避けることができ、少ない計算量で最適な波長パス候補へ到達する確率を高めることができ、計算量を削減することができる。

【0057】

次に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、波長パス解リストの最上位の波長パスを送信元エッジノードと宛先エッジノードとの間に設定する場合のフォトニックネットワーク101における経路を計算する（図4ステップS10）。そして、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、計算した経路上にある伝送リンクにおいて前記波長パス解リストの最上位の波長パスを伝送する際に必要となる伝送リソースを確保できるかどうかを判定する（図4ステップS11）。

【0058】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、伝送リソースを確保できると判断した場合、前記波長パス解リストの最上位の波長パスを設定するように波長交換機102～104の交換機能を制御すると共に、前述のステップS2で前記波長パス解リストの最上位の波長パスに割り当てられたフローがこの波長パスを使って送信されるようにフローの送信元のエッジノードの送信機能を制御し、前記最上位の波長パスを波長パス解リストから削除する（図4ステップS12）。

【0059】

例えば、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、波長交換機制御部306を介して、波長交換機102～104の波長交換テーブル210～212を書き換えて、図10に示すように波長パス186～188を設定する。同時に、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、エッジノード制御部307を介して、エッジノード105, 112, 119のIPv6転送テーブル214～216を設定し、設定を受けたエッジノード105, 112, 119が、波長パス186～188に対し、図7のように割り当てたIPv6フローを流すようにする。このとき、エッジノード105, 112, 119は、宛先エッジノードに送るパケットをIPv6転送テーブル214～216に従って、波長パス186～188に送出する。

【0060】

また、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、波長パス候補リスト308においてコネクション接続インタフェースの予約ができなかった波長パスを流れる予定であったIPv6フローがコアノード126経由の波長パス136～138を流れるように、エッジノード105, 112, 119のIPv6転送テーブル214～216を設定する。

【0061】

また、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、ステップS11において伝送リソースを確保できないと判断した場合、前記最上位の波長パスを波長

パス解リストから除いて波長パス候補リスト308に加える(ステップS13)。

トラヒック制御装置202は、以上説明したステップS1～S13の処理を波長パス解リストが空になるまで繰り返し行い、波長パス解リストが空になった時点でトラヒック制御を終了する。

【0062】

なお、トラヒック制御が終了するその他の条件としては、ステップS4において波長パス候補リスト308に登録された波長パス候補の何れについてもコネクション接続インタフェースの予約ができない場合、またはステップS11において波長パス解リストに登録された波長パス解の何れについても伝送リソースを確保できない場合がある。このような場合にも図4のトラヒック制御を終了する。

【0063】

以上のような制御により、本実施の形態では、IPv6ネットワーク139上のIPv6フローを、優先度と帯域とを考慮して、フォトニックネットワーク101上の波長パスに対する最適な割り当てを計算し、かつフォトニックネットワーク101上の波長パスの最適なルーティングを計算し、設定することで、IPv6ネットワーク139の転送容量を最大化し、フォトニックネットワーク101の伝送リンクおよびコネクション接続インタフェースの利用効率を最大化することができる。

【0064】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態においても、ネットワークモデルの構成は第1の実施の形態と同じであるので、図1～図3の符号を用いて説明する。図11は本実施の形態のトラヒック制御方法を示すフローチャートであり、図4と同一の処理には同一の符号を付してある。

【0065】

ステップS1～S7の処理は第1の実施の形態と同じである。トラヒック制御装置202のIPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、ステップS7においてYESと判定した場合、すなわち波長パス解リストから選択した波長パス解よりも前記処理対象の波長パス候補の方が優先度および帯域が大きい場合、前記処理対象の波長パス候補を波長パス候補リスト308から除いて波長パス解リストに加え、前記選択した波長パス解を波長パス解リストから除いて波長パス候補リスト308に加え、コネクション接続インタフェースの予約状況を変更する(ステップS8)。

【0066】

IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、ステップS8の処理が終了した場合、あるいはステップS7において判定NOの場合、前記処理対象の波長パス候補をステップS6の比較処理の現在までの実行回数と共にタブーコネクションリストに記録する(図11ステップS14)。

【0067】

そして、IPv6フロー割り当て／波長パスルーティング計算設定部304は、比較処理の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されている波長パス候補がタブーコネクションリストに存在するかどうか判定し(ステップS15)、このような波長パス候補が存在する場合にはタブーコネクションリストから削除する(ステップS16)。ステップS10～S13の処理は第1の実施の形態と同じである。

【0068】

本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。さらに、本実施の形態によれば、処理対象の波長パス候補を比較処理の現在までの実行回数と共にタブーコネクションリストに記録し、比較処理の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回数と共に記録されている波長パス候補をタブーコネクションリストから削除するようにしたので、タブーコネクションリストに記録されてから時間が経過している波長パス候補をタブーコネクションリストから削除して、再び処理対象の波長パス候補とすることができる。また、比較処理の現在のまでの実行回数よりも所定数以上少ない実行回

数と共に記録されている波長パス候補をタブーコネクションリストから削除するので、第1の実施の形態に比べてタブーコネクションリストの容量の増大を抑制することができる。

【0069】

[第3の実施の形態]

第1、第2の実施の形態では、エッジノード105, 112, 119からトラヒック制御装置202へ統計情報を通知するタイミングと、トラヒック制御装置202がIPv6フロー統計情報リスト303を作成するタイミングについて言及していないが、第1、第2の実施の形態において、トラヒック制御装置202からエッジノード105, 112, 119に対して統計情報の通知間隔を設定するようにしてもよい。

エッジノード105, 112, 119は、受信したパケットについて送信元IPv6アドレスと宛先IPv6アドレスの対で規定されるフロー毎の統計情報を設定された通知間隔毎に記録してトラヒック制御装置202に通知する。

【0070】

トラヒック制御装置202の統計情報管理部302は、エッジノード105, 112, 119から収集した情報を解析した結果、既に作成したIPv6フロー統計情報リスト303の情報と異なる場合、エッジノード105, 112, 119から収集した情報に基づいてIPv6フロー統計情報リスト303を更新する。

こうして、本実施の形態では、統計情報の通知間隔を適切に制御することで、トラヒック制御装置202とエッジノード105, 112, 119の負荷を抑えつつ、ゆるやかなトラヒック帯域の変動に追随し、ネットワークの利用効率を最適に保つことができる。

【0071】

[第4の実施の形態]

また、第1、第2の実施の形態において、トラヒック制御装置202からエッジノード105, 112, 119に対して送信元IPv6アドレスと宛先IPv6アドレスの対で規定されるフロー毎に帯域のしきい値を設定するようにしてもよい。

エッジノード105, 112, 119は、受信したパケットについてフロー毎に統計情報を記録し、記録したフローの帯域が設定されたしきい値を超えた場合はこのしきい値を超えたフローの統計情報をトラヒック制御装置202に通知する。

【0072】

トラヒック制御装置202の統計情報管理部302は、エッジノード105, 112, 119から収集した情報を解析し、IPv6フロー統計情報リスト303を更新する。

本実施の形態では、急激なトラヒック変動時は、通知間隔によらず、即座に統計情報を通知することで、急激なトラヒック帯域の変動に追随し、ネットワークの利用効率を最適に保つことができる。

【産業上の利用可能性】

【0073】

本発明は、コネクション型ネットワーク上に論理的なコネクションレス型パケット転送ネットワークを構築する場合に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルのパケット転送路に係る構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態となるネットワークモデルのトラヒック制御に係る構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態におけるトラヒック制御装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるトラヒック制御方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第1の実施の形態におけるIPv6フロー統計情報リストの1例を

示す図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態において I P v 6 フロー統計情報リストのソートを説明するための図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態において I P v 6 フローの波長パスへの割り当てを説明するための図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態において波長パス候補リストのソートを説明するための図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態において波長パスの設定状況を説明するための図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態のトラヒック制御方法によりネットワークモデルに波長パスを設定した様子を示す図である。

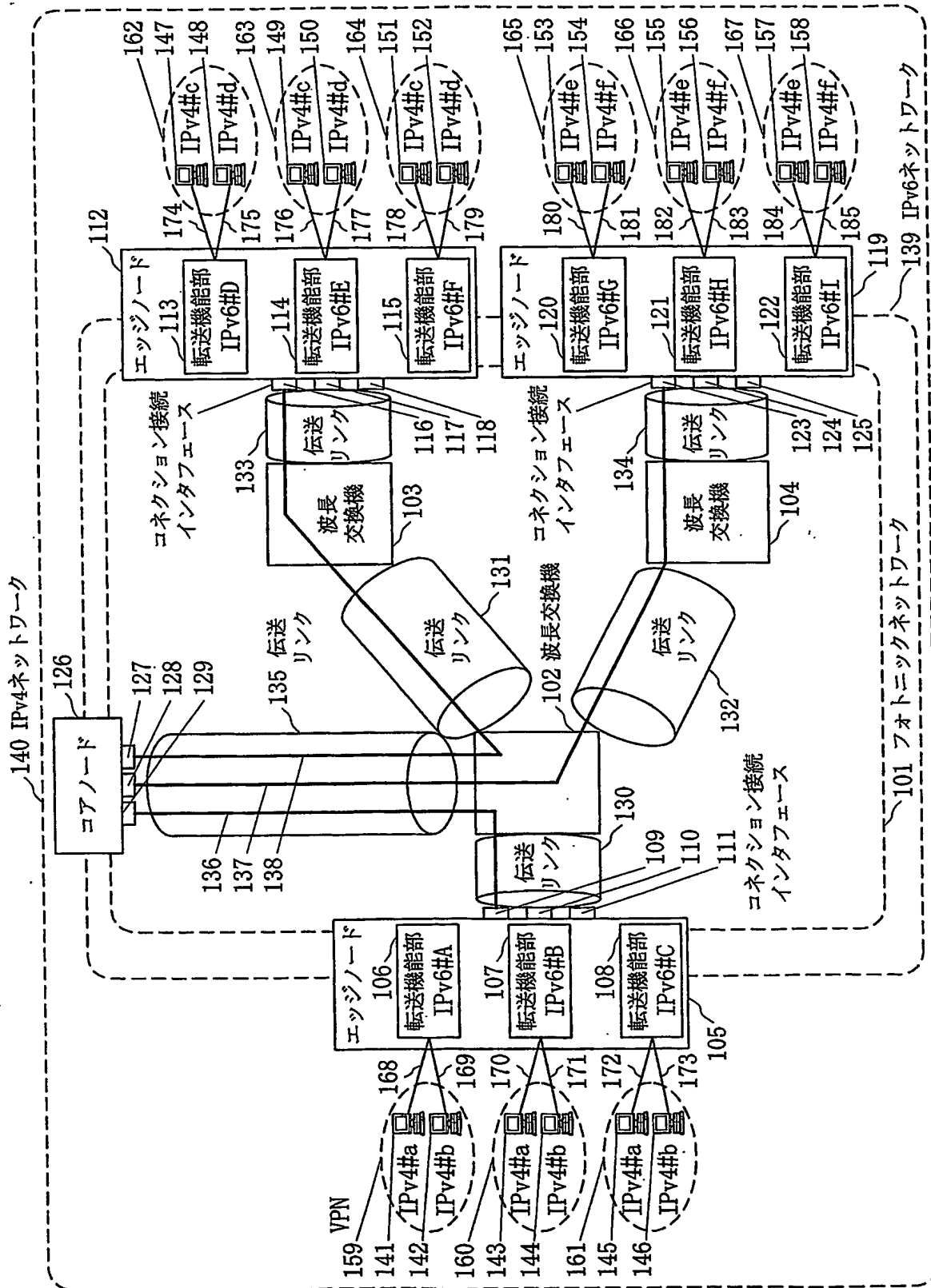
【図 11】本発明の第 2 の実施の形態におけるトラヒック制御方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

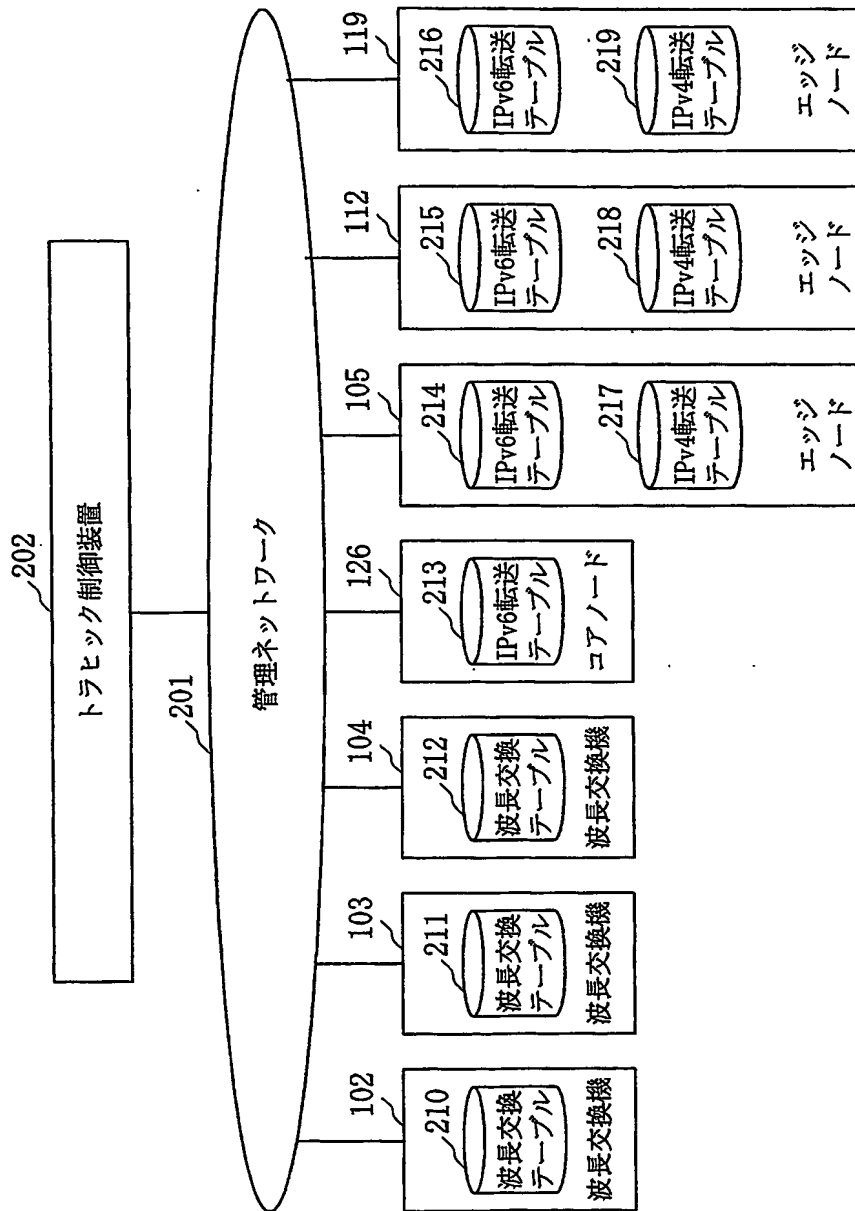
【0075】

101…フォトニックネットワーク、102～104…波長交換機、105、112、119…エッジノード、109～111、116～118、123～125…エッジノードのコネクション接続インタフェース、126…コアノード、127～129…コアノードのコネクション接続インタフェース、130～135…伝送リンク、139…I P v 6 ネットワーク、140…I P v 4 ネットワーク、141～158…ユーザ端末、159～167…V P N、168～185…アクセスリンク、201…管理ネットワーク、202…トラヒック制御装置、210～212…波長交換テーブル、213～216…I P v 6 転送テーブル、217～219…I P v 4 転送テーブル、301…統計情報収集部、302…統計情報管理部、304…I P v 6 フロー割り当て／波長パスルーチング計算設定部、306…波長交換機制御部、307…エッジノード制御部。

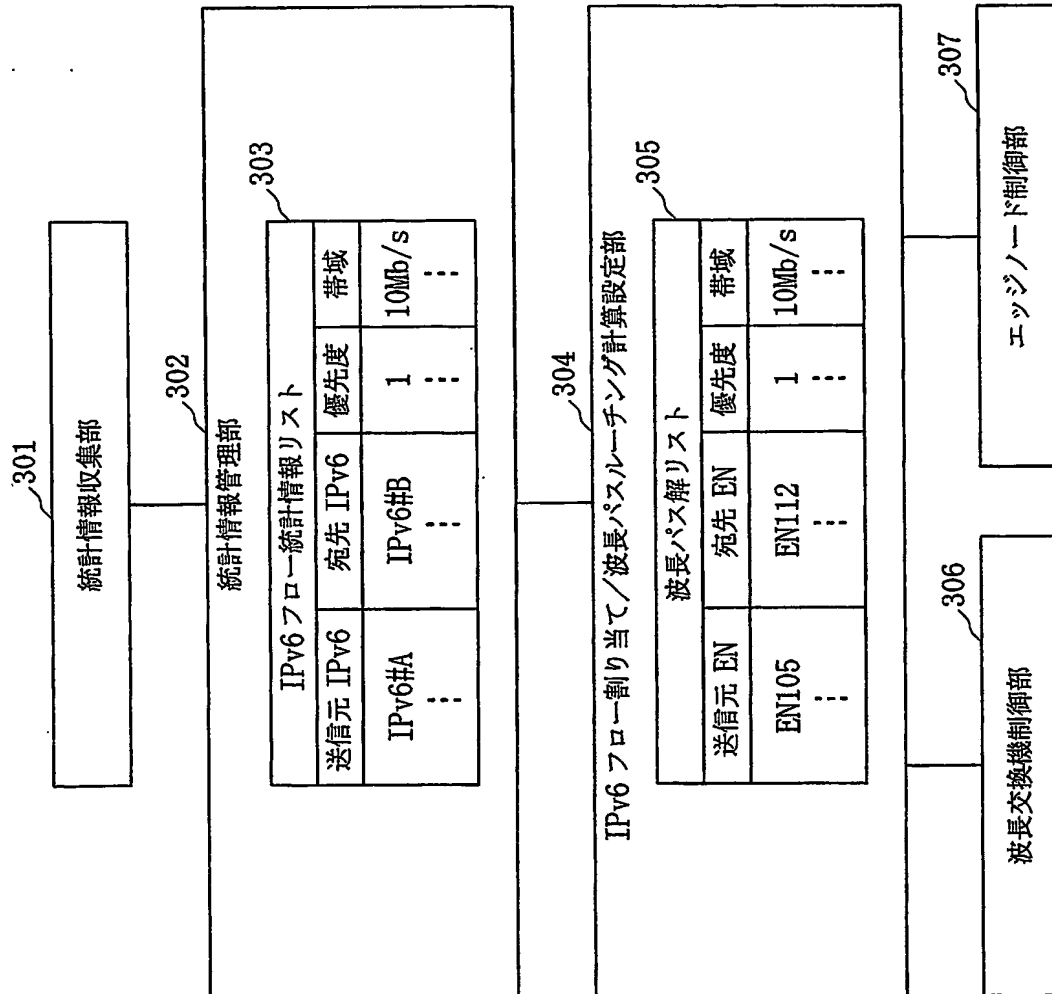
【書類名】 図面
【図 1】



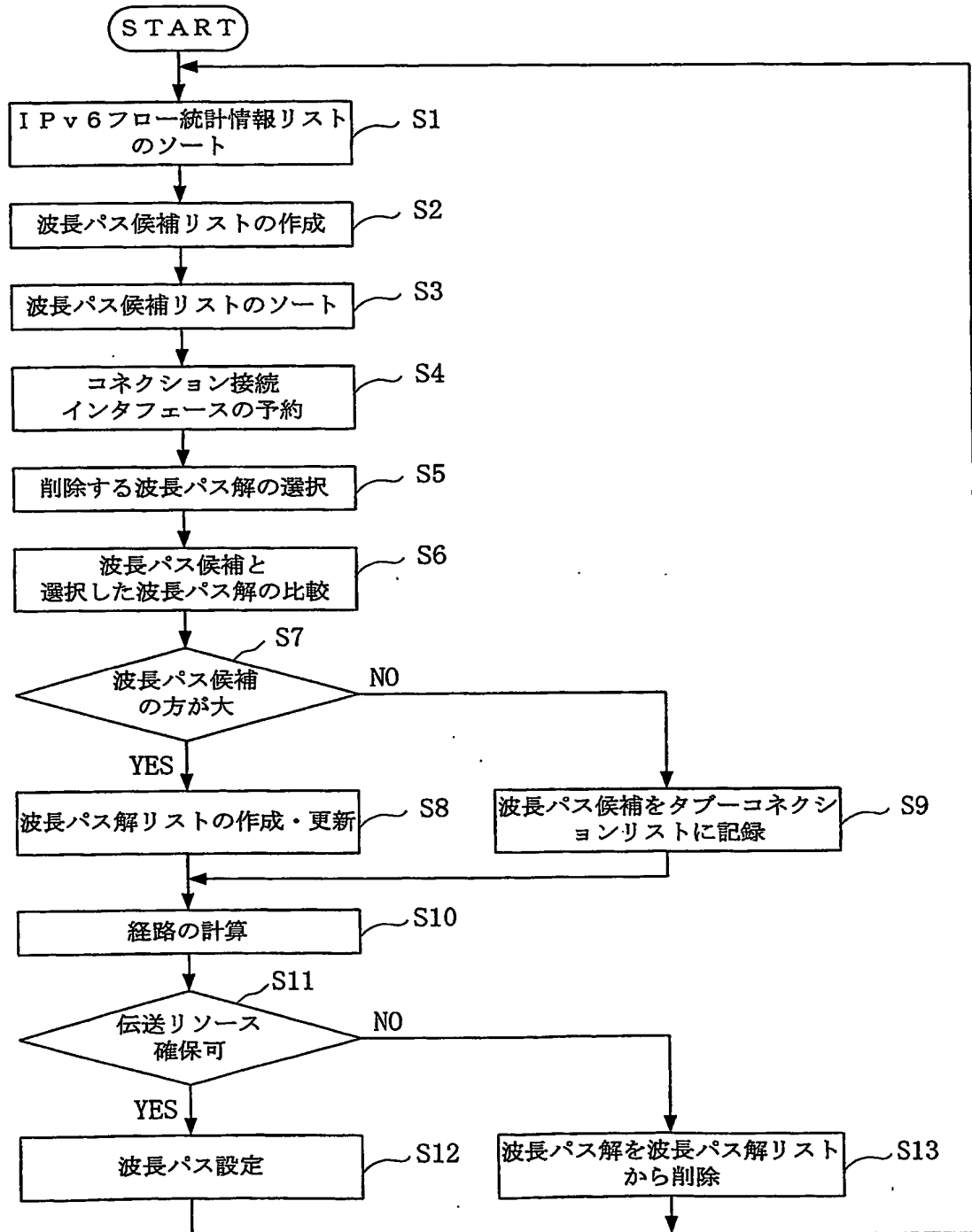
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

IPv6 フロー統計情報リスト				303
送信元 IPv6	宛先 IPv6	優先度	帯域	
IPv6#A	IPv6#B	3	0.5	
IPv6#A	IPv6#C	3	0.5	
IPv6#A	IPv6#D	1	6	
IPv6#A	IPv6#E	1	2	
IPv6#A	IPv6#F	3	0.5	
IPv6#A	IPv6#G	3	0.5	
IPv6#A	IPv6#H	3	0.5	
IPv6#A	IPv6#I	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#A	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#C	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#D	1	4	
IPv6#B	IPv6#E	1	1	
IPv6#B	IPv6#F	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#G	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#H	3	0.5	
IPv6#B	IPv6#I	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#A	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#B	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#D	1	3	
IPv6#C	IPv6#E	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#F	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#G	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#H	3	0.5	
IPv6#C	IPv6#I	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#A	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#B	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#C	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#E	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#F	3	0.5	
IPv6#D	IPv6#G	1	2	
IPv6#D	IPv6#H	2	2	
IPv6#D	IPv6#I	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#A	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#B	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#C	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#D	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#F	3	0.5	
IPv6#E	IPv6#G	1	1	
IPv6#E	IPv6#H	2	1	
IPv6#E	IPv6#I	3	0.5	

IPv6#F	IPv6#A	3	0.5
IPv6#F	IPv6#B	3	0.5
IPv6#F	IPv6#C	3	0.5
IPv6#F	IPv6#D	3	0.5
IPv6#F	IPv6#E	3	0.5
IPv6#F	IPv6#G	1	1
IPv6#F	IPv6#H	2	1
IPv6#F	IPv6#I	3	0.5
IPv6#G	IPv6#A	3	0.5
IPv6#G	IPv6#B	3	0.5
IPv6#G	IPv6#C	2	4
IPv6#G	IPv6#D	3	0.5
IPv6#G	IPv6#E	3	0.5
IPv6#G	IPv6#F	3	0.5
IPv6#G	IPv6#H	3	0.5
IPv6#G	IPv6#I	3	0.5
IPv6#H	IPv6#A	3	0.5
IPv6#H	IPv6#B	3	0.5
IPv6#H	IPv6#C	2	2
IPv6#H	IPv6#D	3	0.5
IPv6#H	IPv6#E	3	0.5
IPv6#H	IPv6#F	3	0.5
IPv6#H	IPv6#G	3	0.5
IPv6#H	IPv6#I	3	0.5
IPv6#I	IPv6#A	3	0.5
IPv6#I	IPv6#B	3	0.5
IPv6#I	IPv6#C	2	1
IPv6#I	IPv6#D	3	0.5
IPv6#I	IPv6#E	3	0.5
IPv6#I	IPv6#F	3	0.5
IPv6#I	IPv6#G	3	0.5
IPv6#I	IPv6#H	3	0.5

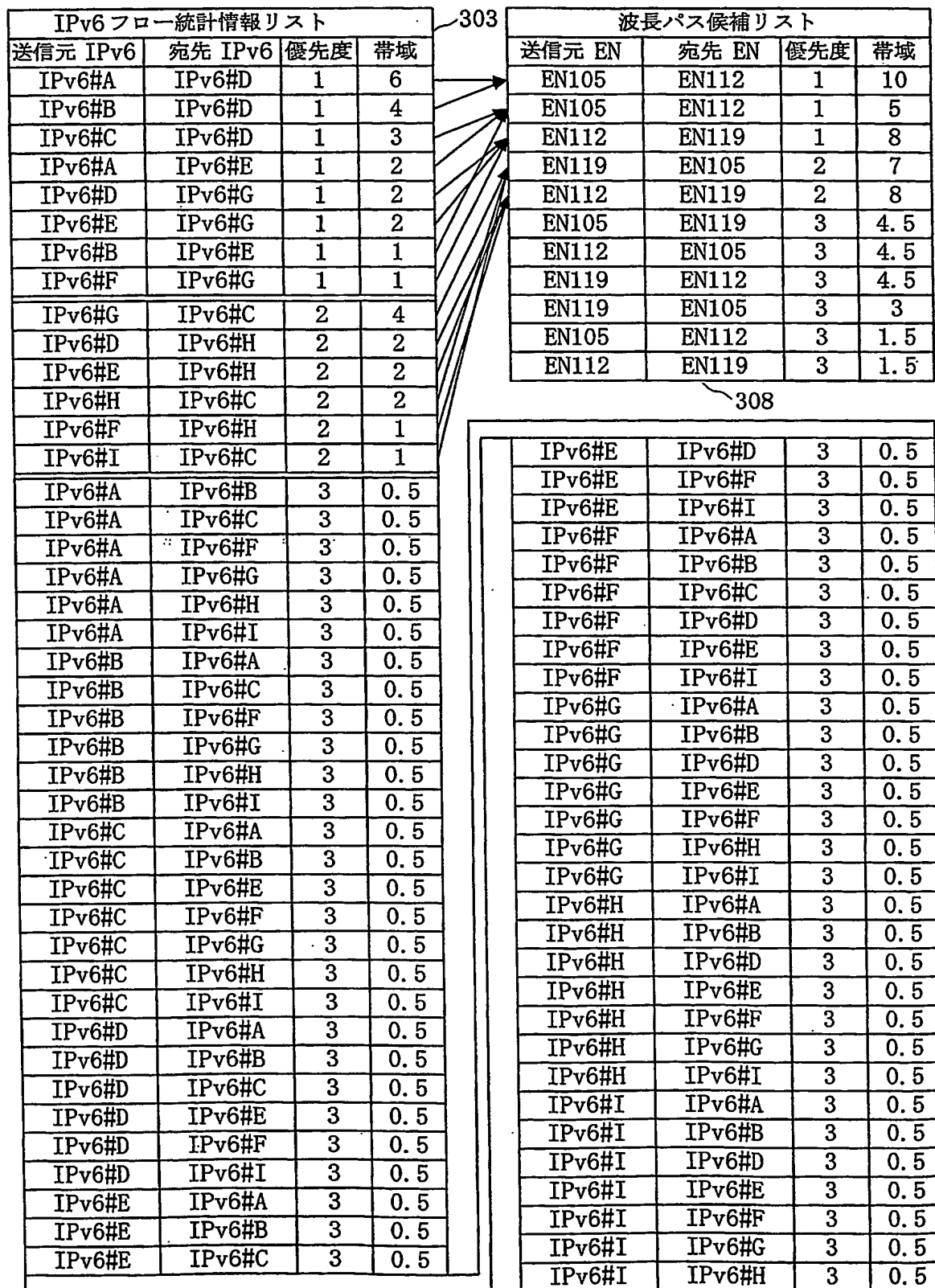
【図 6】

IPv6 フロー統計情報リスト			
送信元 IPv6	宛先 IPv6	優先度	帯域
IPv6#A	IPv6#D	1	6
IPv6#B	IPv6#D	1	4
IPv6#C	IPv6#D	1	3
IPv6#A	IPv6#E	1	2
IPv6#D	IPv6#G	1	2
IPv6#E	IPv6#G	1	2
IPv6#B	IPv6#E	1	1
IPv6#F	IPv6#G	1	1
IPv6#G	IPv6#C	2	4
IPv6#D	IPv6#H	2	2
IPv6#E	IPv6#H	2	2
IPv6#H	IPv6#C	2	2
IPv6#F	IPv6#H	2	1
IPv6#I	IPv6#C	2	1
IPv6#A	IPv6#B	3	0.5
IPv6#A	IPv6#C	3	0.5
IPv6#A	IPv6#F	3	0.5
IPv6#A	IPv6#G	3	0.5
IPv6#A	IPv6#H	3	0.5
IPv6#A	IPv6#I	3	0.5
IPv6#B	IPv6#A	3	0.5
IPv6#B	IPv6#C	3	0.5
IPv6#B	IPv6#F	3	0.5
IPv6#B	IPv6#G	3	0.5
IPv6#B	IPv6#H	3	0.5
IPv6#B	IPv6#I	3	0.5
IPv6#C	IPv6#A	3	0.5
IPv6#C	IPv6#B	3	0.5
IPv6#C	IPv6#E	3	0.5
IPv6#C	IPv6#F	3	0.5
IPv6#C	IPv6#G	3	0.5
IPv6#C	IPv6#H	3	0.5
IPv6#C	IPv6#I	3	0.5
IPv6#D	IPv6#A	3	0.5
IPv6#D	IPv6#B	3	0.5
IPv6#D	IPv6#C	3	0.5
IPv6#D	IPv6#E	3	0.5
IPv6#D	IPv6#F	3	0.5
IPv6#D	IPv6#I	3	0.5

303

IPv6#E	IPv6#A	3	0.5
IPv6#E	IPv6#B	3	0.5
IPv6#E	IPv6#C	3	0.5
IPv6#E	IPv6#D	3	0.5
IPv6#E	IPv6#F	3	0.5
IPv6#E	IPv6#I	3	0.5
IPv6#F	IPv6#A	3	0.5
IPv6#F	IPv6#B	3	0.5
IPv6#F	IPv6#C	3	0.5
IPv6#F	IPv6#D	3	0.5
IPv6#F	IPv6#E	3	0.5
IPv6#F	IPv6#I	3	0.5
IPv6#G	IPv6#A	3	0.5
IPv6#G	IPv6#B	3	0.5
IPv6#G	IPv6#D	3	0.5
IPv6#G	IPv6#E	3	0.5
IPv6#G	IPv6#F	3	0.5
IPv6#G	IPv6#H	3	0.5
IPv6#G	IPv6#I	3	0.5
IPv6#H	IPv6#A	3	0.5
IPv6#H	IPv6#B	3	0.5
IPv6#H	IPv6#D	3	0.5
IPv6#H	IPv6#E	3	0.5
IPv6#H	IPv6#F	3	0.5
IPv6#H	IPv6#G	3	0.5
IPv6#H	IPv6#I	3	0.5
IPv6#I	IPv6#A	3	0.5
IPv6#I	IPv6#B	3	0.5
IPv6#I	IPv6#D	3	0.5
IPv6#I	IPv6#E	3	0.5
IPv6#I	IPv6#F	3	0.5
IPv6#I	IPv6#G	3	0.5
IPv6#I	IPv6#H	3	0.5

【図 7】



【図 8】

308

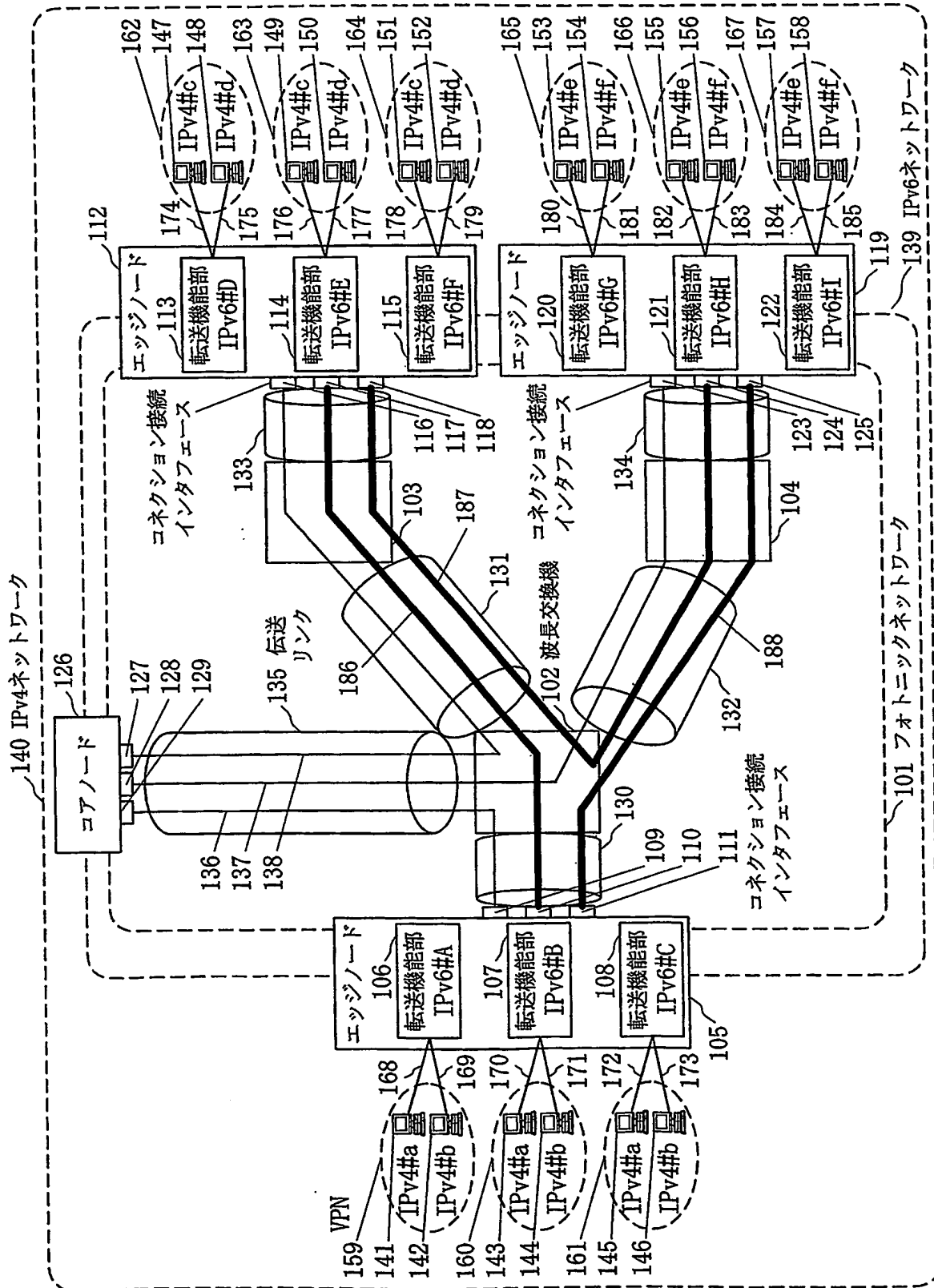
波長パス候補リスト			
送信元 EN	宛先 EN	優先度	帯域
EN105	EN112	1	10
EN112	EN119	1	8
EN105	EN112	1	5
EN112	EN119	2	8
EN119	EN105	2	7
EN105	EN119	3	4.5
EN112	EN105	3	4.5
EN119	EN112	3	4.5
EN119	EN105	3	3
EN105	EN112	3	1.5
EN112	EN119	3	1.5

【図 9】

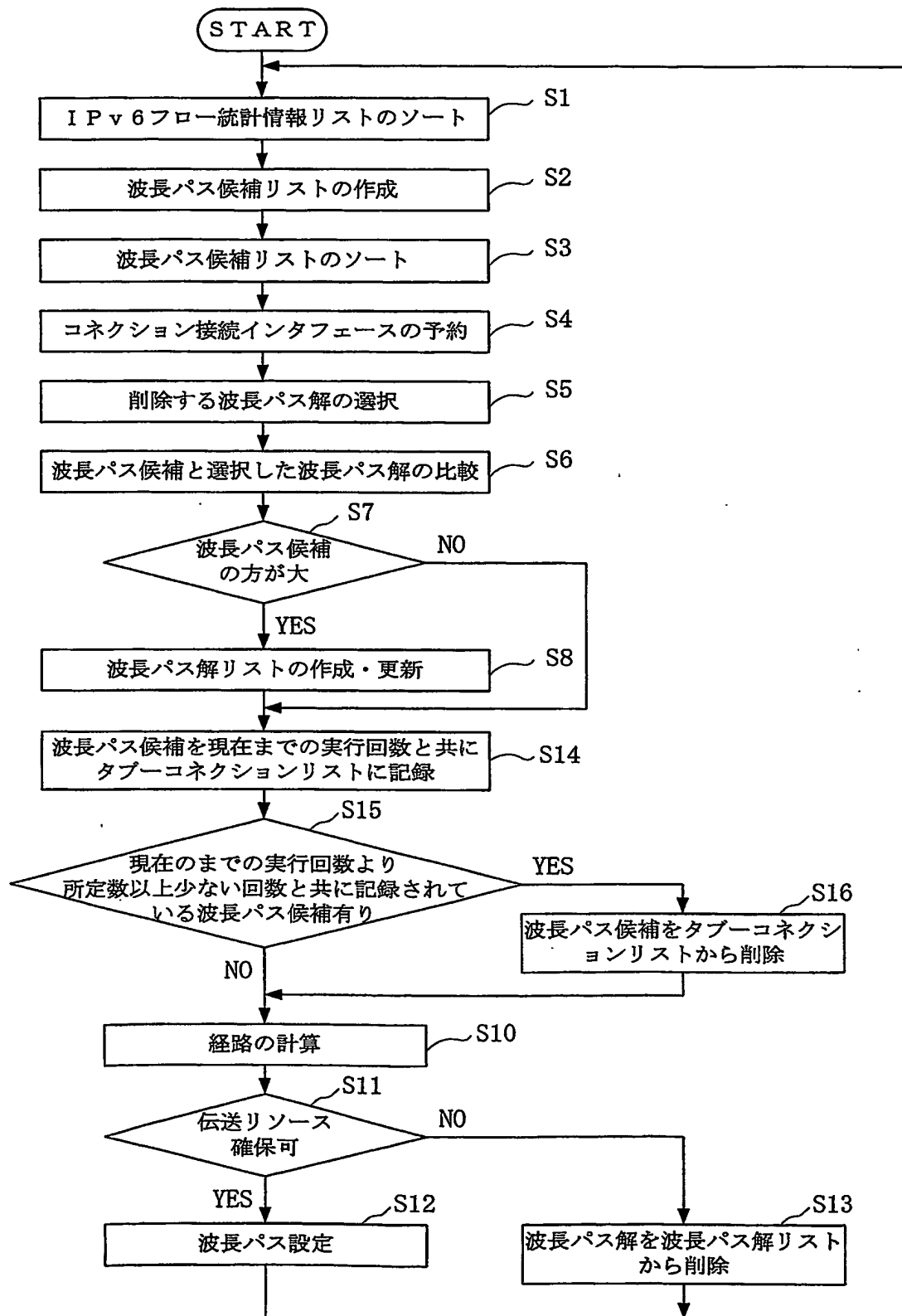
308

波長パス候補リスト				
送信元 EN	宛先 EN	優先度	帯域	
EN105	EN112	1	10	→ 設定OK
EN112	EN119	1	8	→ 設定OK
EN105	EN112	1	5	→ 設定NG 波長なし
EN112	EN119	2	8	→ 設定NG 波長なし
EN119	EN105	2	7	→ 設定OK
EN105	EN119	3	4.5	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし
EN112	EN105	3	4.5	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし
EN119	EN112	3	4.5	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし
EN119	EN105	3	3	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし
EN105	EN112	3	1.5	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし
EN112	EN119	3	1.5	→ 設定NG コネクション接続インタフェースなし

【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 コネクション型ネットワークのルーチングとコネクションレス型パケット転送ネットワークの最適なフローの組み合わせを同時にかつ短い時間で計算する。

【解決手段】 エッジノード105, 112, 119は、優先度および帯域からなる統計情報をフロー毎に記録する。トラヒック制御装置は、優先度と帯域をフロー毎に登録したフローリストを作成し、フローに波長パス候補を割り当てて波長パス候補リストを作成し、波長パス候補についてエッジノードのインタフェースの予約を行い、予約ができた最上位の波長パス候補を設定すべき波長パスと見なしてルーチングを計算し、経路上にある伝送リンクにおいて必要となる伝送リソースを確保できる場合、波長交換機102～104を制御して波長パスを設定し、フローが波長パスを使って送信されるように送信元のエッジノードを制御する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 1 4 4 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名 日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.